

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
„КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра хімічного, полімерного та силікатного машинобудування

До захисту допущено

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

«_____» _____ 2019 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

зі спеціальності 6.050503 - Машинобудування (6.050502 - Інженерна механіка)
на тему: Устаткування для нанесення полімерної ізоляції на дріт з модернізацією

ГОЛОВКИ

Виконав (-ла) студент (-ка) __4__ курсу, групи ЛП51 _____
(шифр групи)

_____ **Вексельман Костянтин Олександрович** _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ **Колосов О.Є.** _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультанти з розділів:

ОХОРОНА ПРАЦІ __Ковтун В.М._____

МОДЕРНІЗАЦІЯ _____ **Щербина Є.Ю.** _____

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ __Борщик С.В._____

РЕЦЕНЗЕНТ __**Чемерис А.О.** _____
(посада, наукова ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ 2019 рік

Національний технічний університет України

„Київський політехнічний інститут”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра _____ хімічного, полімерного і силікатного машинобудування _____

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність __6.050502- інженерна механіка (6.050503 - машинобудування) _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ **О.В. Гондлях**

« _____ » _____ 2019 р

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

_____ Вексельман Костянтин Олександрович _____

(П.І.Б.)

1. Тема проекту __ Устаткування для нанесення полімерної ізоляції на дріт з модернізацією головки

керівник проекту _____ Колосов О.Є. _____

затверджена наказом по університету від « _____ » _____ 201 р. № _____

2. Строк подання студентом проекту « _____ » _____ 201 р. _____

3. Вихідні дані до проекту _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розробити)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ТБ та ОП	доц. Ковтун І.М.		
Модернізація	д.т.н., проф.. Щербина В.Ю.		
Тех. маш.	ст.викл. Борщик С.О.		

7. Дата видачі завдання:

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Отримання завдання для дипломного проекту.		
2.	Проходження переддипломної практики.		
3.	Здійснення пошуку патентів. Виконання кінематичних та параметричних розрахунків.		
4.	Обґрунтування модернізації.		
5.	Підготовка розділу «Пояснювальна записка»		
6.	Виконання розрахунків.		
7.	Підготовка розділу «Розрахунки»		
8.	Підготовка розділу «Технологія виготовлення деталі і монтажу вузла»		
9.	Робота над кресленнями в CAD-системах .		
10.	Захист дипломного проекту		

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Реферат

Об'єкт розробки і проектування – черв'ячна машина для виготовлення труб.

Мета проекту- розробка і проектування, згідно з технічним завданням, черв'ячної машини для виготовлення труб, на основі існуючих промислових аналогів; визначення можливостей і здійснення модернізації головки черв'ячної машини.

Методи розробки і проектування – аналітичні, розрахункові, (експериментальні), проектувальні; з використанням відомих методик, чисельних методів, комп'ютерних програм, нормативних документів.

При розробці і проектуванні черв'ячної машини, на основі аналітичного огляду науково-технічної літератури, нормативної та конструкторської документації, патентних досліджень, інженерно-технічних розрахунків, виконано наступне:

- 1) вивчено принципи роботи і конструкцію черв'ячних машин для виготовлення труб, проаналізовано технічні параметри і характеристики черв'ячних машин;
- 2) виконано ряд інженерних розрахунків, необхідних для розробки і проектування черв'ячних машин, згідно з технічним завданням;
- 3) на основі виконаних патентних досліджень модернізовано головку;
- 4) розроблено і спроектовано черв'ячну машину для виробництва труб з модернізацією головки.

Червячна машина, Екструзійна головка, редуктор, поліетилен, модернізація.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реферат

Объект разработки и проектирования – червячная машина для изготовления труб.

Цель проекта - разработка и проектирование, согласно техническому заданию, червячной машины для изготовления труб, на основе существующих промышленных аналогов; определение возможностей и осуществление модернизации головки червячной машины.

Методы разработки и проектирования - аналитические, расчетные, (экспериментальные) проектировочные. С использованием известных методик, численных методов, компьютерных программ, нормативных документов.

При разработке и проектировании червячной машины, на основе аналитического обзора научно-технической литературы, нормативной и конструкторской документации, патентных исследований, инженерно-технических расчетов, выполнено следующее:

- 1) изучены принципы работы и конструкция червячных машин для изготовления труб, проанализированы технические параметры и характеристики червячных машин;
- 2) выполнен ряд инженерных расчетов, необходимых для разработки и проектирования червячных машин, согласно техническому заданию;
- 3) на основе выполненных патентных исследований модернизируется головка;
- 4) разработана и спроектирована червячная машина для производства труб с модернизацией головки

Червячная машина, трубная головка, редуктор, полиэтилен, модернизация.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ABSTRACT

An object of development and planning is a worm machine for making of pipes.

An aim is project-

development and planning, according to a requirement specification, worm machine for making of pipes, on the basis of existent industrial analogues; determination of possibilities and realization of modernisation of occasion of a worm machine.

The methods of development and planning of – are analytical, to the calculation, (experimental) design; with the use of the known methodologies, numeral methods, computer programs, normative documents.

At development and planning of a worm machine, on the basis of state-of-the-art review of scientific and technical literature, normative and designer documentation, patent researches, technical calculations, the following is executed:

- 1) principles of work and construction of worm machines are studied for making of pipes, technical parameters and descriptions of worm machines are analysed;
- 2) the row of engineering calculations necessary for development and planning of worm machines is executed, according to a requirement specification;
- 3) on the basis of the executed patent researches a reducing gear is modernized;
- 4) a worm machine is worked out and projected for the production of pipes with head upgrades.

Pipe head, reducing gear, polyethylene, modernisation.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ ТА ІНДЕКСІВ

Умовні позначення:

D - діаметр черв'яка, мм;
e - ступінь чорноти корпусу машини;
E – модуль пружності, Мпа.
F - площа зовнішньої головки, м²;
Gм - продуктивність машини, м³/год;
L- довжині черв'яка, мм;
n – кількість оборотів червяка, об/хв;
N -потужність двигуна, кВт;
p -об'ємна маса матеріалу, кг/ м³;
P -потужність нагрівників, кВт;
t_{поч}- температура води початкова, С;
t_{кін} -температура води кінцева, С;
Т_{поч} - початкова температура матеріалу, С;
Т_{кін} - температура розплаву на виході, С;
α - коефіцієнт тепловіддачі, Вт/м²*К;

Скорочення:

ПЗ - пояснювальна записка;

Індекси:

max – максимальний;
min – мінімальний;

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

Вступ

1	Опис технологічного процесу
2	Технічна характеристика.....
3	Опис і обґрунтування обраної конструкції.....
3.1	Вибір матеріалів.....
4	Розрахунки, які підтверджують працездатність та надійність конструкції черв'ячної машини ЧМ-63х25.....
4.1	Параметричний розрахунок черв'ячної машини.....
4.2	Розрахунки на міцність.....
4.3	Тепловий розрахунок черв'ячної машини.....
5	Літературно – патентний огляд.....
6	Охорона праці
7	Технологія машинобудування.....
7.1	Технологічний процес виготовлення деталі.....
7.2	Вибір пристосування.....
7.3	Опис конструкції і принципу роботи.....
7.4	Розрахунок сил закріплення.....
	Висновок.....
	Список літератури
	Додаток А Специфікації креслень.....
	Додаток В Програма розрахунку.....

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Останнім часом в Україні значними темпами почала відтворюватись і розвиватися хімічна промисловість. Особливо швидко зростає виробництво продукції з синтетичних та полімерних матеріалів.

Сучасне устаткування і технології виробництва труб з полімерів дозволяє одержати при будівництві зовнішніх мереж (водопроводів, артезіанських шпар, систем меліорації безнапірних і напірних каналізаційних колекторів, електротехнічних каналів) ряд переваг у порівнянні з трубами з чавуна та сталі, а саме, мала маса, стійкість до гідравлічного удару, завдяки своїй еластичності, при заморожуванні рідини в трубах, вони не руйнуються, після розморожування продовжують функціонувати, висока стійкість до зношування (у 10 разів менше сталі) дає можливість використовувати труби для гідротранспорту, стійкість до корозії, пластичність, висока еластичність труби дозволяє будувати водопроводи в більшості випадків без компенсаторів, зручність і швидкість при веденні монтажних і ремонтно-будівельних робіт, низька вартість (з монтажем вираш у ціні складає 20-30% у порівнянні з аналогічними трубами з металу).

Зараз в світі, полімерних труб ,виготовляється більше, ніж труб із решти всіх матеріалів. Різноманіття типів полімерних труб, різноманітність полімерів і композицій надають необхідність наявності безлічі технологій для виготовлення труб і, відповідно, спеціалізованого обладнання для реалізації цих технологій.

Тому тема дипломного проекту відповідає вимогам сучасності.

Метою даного проекту є розробка черв'ячної машини для виготовлення полімерних труб з модернізацією приводу, зокрема, виконати параметричний розрахунок, та розрахунки на міцність основних вузлів і деталей черв'ячної машини, що підтверджують її працездатність , опрацювали розділи з охорони праці, технології машинобудування.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Лінія для виробництва труб з поліпропілену, що проектується, призначена для виробництва труб діаметром 55 мм з товщиною стінки 8,4 мм з ПВХ марки СИ-70 методом екструзії, який полягає у безперервному проштовхуванні розплаву полімерного матеріалу крізь формуючий кільцевий зазор трубної екструзійної головки.

Лінія може застосовуватись на різноманітних підприємствах з переробки полімерних матеріалів, на заводах з виробництва будівельних матеріалів та на багатьох підприємствах хімічної промисловості.

Базовою лінією для модернізації є лінія для виробництва труб з поліпропілену ЛТМ 45 – 10/30, розроблена на НПО "Більшовик".

До складу лінії входять: черв'ячний прес ЧМ 63×25 1, пневмозавантажувач 2, установка головки трубної 3, ванна охолодження вакуумна 4, рейковий шлях 5, ванна охолодження водяна 6, пристрій для маркування 7, пристрій тягнучий 8, відрізний пристрій 9, приймальний пристрій 10 (рис. 1.1).

Як показала експлуатація, продуктивність лінії та якість виробів, отриманих на ній не є досить високими, також до вад даної лінії можна віднести її низьку універсальність щодо перероблюваних матеріалів. Внаслідок цього лінія потребує модернізації, метою якої є покращення технічних характеристик, якості виробів і, як наслідок, отримання економічного ефекту.

Принцип дії лінії полягає у наступному: матеріал що перероблюється, у вигляді гранул завантажується у завантажувальний пристрій, звідки потрапляє до завантажувальної горловини черв'ячного преса ЧП 63×25 де пластифікується, гомогенізується та вичавлюється крізь кільцевий отвір трубної

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формуючої головки у вигляді гладкої трубної заготовки. З формуючої головки заготовка труби потрапляє до калібру, де калібрується по зовнішньому діаметру та попередньо охолоджується до утворення на зовнішній поверхні труби твердої корки. Кінцеве охолодження труби відбувається у ванні охолодження вакуумній, яка безпосередньо з'єднана з калібром, у межах температур 30–40° С.

Протягування труби крізь калібр та ванну здійснюється машиною тягнучою, яка потім подає трубу на відрізний пристрій, де труби ріжуться на відрізки номінальною довжиною 6 м. Відрізки труб подаються на лоток приймального пристрою і за сигналом кінцевого вимикача скидаються у накопичувач пристрою. У накопичувачі відбувається утворення пакета з подальшою перев'язкою його вручну металевою або пластмасовою стрічкою.

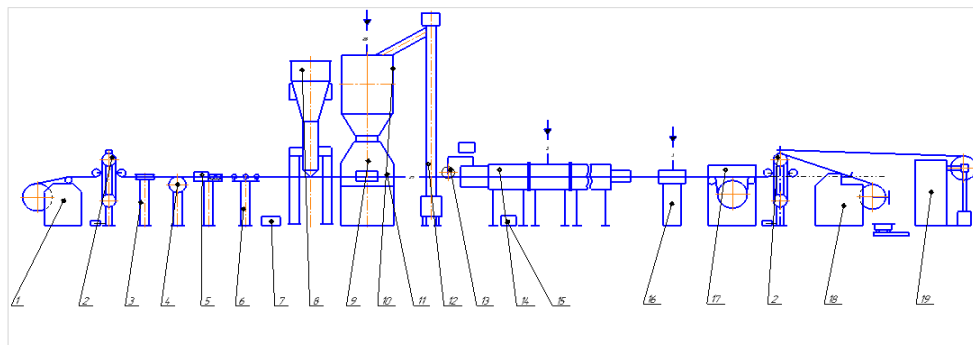


Рис 1.1 – Загальний вигляд лінії для виробництва труб

Прес черв'ячний ЧП 63×25 призначений для переробки гранульованих термопластів у однорідний розплав та рівномірного вичавлювання крізь головку трубну ГТ 20–55. Прес складається з циліндричного товстостінного корпусу у якому обертається черв'як. На корпусі встановлено електронагрівачі, які обігрівають циліндр. У черв'яку виконано осьовий отвір для подачі

ЛП51.041243.000-70ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

всередину охолоджуючої води. Для уникнення перегріву корпусу екструдера, на ньому додатково встановлено вентилятори, які підводять повітря до зон нагріву. Привод обертання черв'яка здійснюється за допомогою електродвигуна постійного струму, клиноремінної передачі та планетарного редуктора.

Установка головки трубної складається з наступних основних частин: головки трубної ГТ 20–55 та візка. Головка призначена для формування заготовок труб з поліпропілену марки “Бален-02003” ТУ 2211-020-00203521-96 номінальним зовнішнім діаметром 20–55мм. Головка має прямоточну конструкцію з дорноутримувачем кошикового типу. Набір змінного інструменту (дорни та матриці) дозволяє виготовляти труби різних діаметрів з різною товщиною стінки. Профіль вхідних зон матриць та дорнів виконано за клотоїдою. Обігрів головки здійснюється електронагрівачами опору. Застосування візка для монтажу складальних одиниць, що входять до складу головки, дозволяє швидко та зручно здійснювати монтаж та демонтаж головки.

Ванна охолодження вакуумна призначена для охолодження труб з термопластів при вакуумному калібруванні. Встановлюється ванна у лінії після преса черв'ячного.

Ванна складається з наступних основних вузлів:корпуса, рами, бака, насоса вакуумного, насоса відцентрового та механізму переміщення.

Корпус ванни являє собою шестиметрову камеру з відгородженим передбанником. Зверху камера герметично зачиняється кришками. На правій торцевій стінці корпуса є отвір для кріплення калібрів крізь резинові ущільнення. У лівій торцевій та проміжній стінках є отвори зі змінними резиновими ущільненнями. На корпусі розташовані вузли роликів важільного

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типу, які можуть виставлятися над трубою. Рама являє собою зварну конструкцію з прямокутних труб. У нижній частині до неї кріпляться колеса для переміщення ванни рейковим шляхом. На рамі встановлені: насос вакуумний для створення у ванні та калібрі вакууму, бак та насос відцентровий для здійснення циркуляції води у ванні, а також мотор-редуктор з гвинтовим механізмом для повздовжнього переміщення ванни по рейкам.

Корпус ванни має можливість вертикального та поперечного переміщення для центрування його вісі з віссю головки.

Вертикальне переміщення здійснюється за рахунок регулювання положення вісі коліс відносно рами.

Поперечне переміщення ванни здійснюється за рахунок поперечного переміщення вісі коліс.

Окрім перерахованих вузлів ванна оснащена напірним, зливним та вакуумним трубопроводами, переливними патрубками та вакуумметрами. Для керування електроприводами на корпусі ванни встановлено місцевий пост керування.

Машина тягнуча складається з основи, траверси верхньої, траверси нижньої, ланцюга тракового, привода переміщення нижньої траверси, гвинта переміщення верхньої траверси, пульта керування та напрямних роликів. Привод руху тракових ланцюгів складається з електродвигуна, муфти, черв'ячного редуктора, вертикального вала та конічних зубчастих пар, що передають обертовий рух на тракові ланцюги.

Пристрій маркувальний ПМТ–1 призначений для нанесення маркування методом друкування крізь кольорову стрічку і складається зі стійки та трьох домкратів.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пристрій відрізний призначений для різки труб з полімерних матеріалів на відрізки заданої довжини і встановлюється у лінії після машини тягнучої. Відрізний пристрій складається з наступних основних частин: станини, каретки, механізму переміщення каретки. Корпус каретки являє собою візок, який чотирма своїми роликами переміщується по напрямній станини. На корпусі каретки встановлено маятник, механізм переміщення маятника, механізми зажиму виробу, система пневмоапаратури та пост керування.

Маятник являє собою важіль, якій може повертатися у підшипниковій опорі. На кінці маятника закріплено дискову пилку, яка обертається через клиноремінну передачу від електродвигуна. Маятник повертається за допомогою пневмоциліндра. Механізми зажиму виробу являють собою пневмоциліндри з закріпленими на кінцях штоків резиновими башмаками. За командою від системи автоматики механізми зажиму жорстко притискають трубу, що виготовляється, до башмаків кронштейнів на корпусі каретки.

Механізм переміщення каретки складається з пневмоциліндра, корпус якого жорстко закріплений на станині, а шток кріпиться до корпусу каретки. Регулювання елементів пневмосистеми пневмоклапана редукційного та пневмодроселя дає можливість встановлювати швидкість переміщення каретки близьку до швидкості виробу, що виготовляється, під час різання останнього та забезпечує швидке повернення каретки у вихідне положення після закінчення різання. Керування пристроєм виконується з пульту керування пристроєм. Відрізний пристрій може працювати у двох режимах: напівавтоматичному та автоматичному за сигналом від приймального пристрою.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймальний пристрій призначений для приймання труб з полімерних матеріалів, отриманих методом екструзії, та пакетування їх у накопичувачі. Встановлюється приймальний пристрій у лінії після відрізного пристрою. Пристрій складається з основи, приймального лотка, опор, пневмосистеми, пневмоциліндра повороту лотка та двох кінцевих вимикачів. Основа складається з вертикальної стійки, на якій монтується приймальний лоток, пневмоциліндр, пневмосистема, кінцеві вимикачі, три горизонтальні балки, на яких встановлені лапи накопичувача. Лоток призначений для приймання та скидання труб у накопичувач, об'єм якого розрахований на пакетування 100 труб номінальним діаметром 55мм.

3 ОПИС І ОБГРУНТУВАННЯ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Черв'ячна машина ЧМ 63×25 призначена для безперервної переробки гранульованих термопластів в однорідний розплав і рівномірного видавлювання його крізь головку трубну. Прес черв'ячний ЧМ 63×25 зображений на рис.3.1

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У зоні живлення відбувається прийом матеріалу, що переробляється, і його переміщення в напрямку зони плавлення й ущільнення. Для підвищення продуктивності зона завантаження виконується з великим об'ємом гвинтового каналу черв'яка.

У зоні плавлення відбувається розплавлювання полімеру, його ущільнення і дегазація. Для ефективного проведення зазначених процесів канал черв'яка в зоні плавлення виконується з поступово зменшуваним об'ємом, що досягається в більшості випадків зменшенням глибини каналу, кроку гвинтової лінії чи обох параметрів.

У зоні дозування відбувається перемішування розплаву і зростає тиск, під дією якого розплав продавлюється через формуючий інструмент.

ДОВЖИНА ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЗОН ЕКСТРУДЕРА МОЖЕ КОЛИВАТИСЯ В ЗНАЧНИХ МЕЖАХ У ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛУ, ЩО ПЕРЕРОБЛЯЄТЬСЯ, І ОСОБЛИВОСТЕЙ ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕРОБКИ.

Воронка завантажувальна являє собою товстостінний циліндр із завантажувальним отвором та водяною рубашкою. Вона складається із корпусу і вставної гільзи. На зовнішній поверхні корпусу воронки завантажувальної встановлений електродвигун.

Температура поверхні гільзи контролюється за допомогою перетворювача термоелектричного, в комплекті із вторинним пристроєм. Корпус має форму товстостінного циліндру, який приєднаний фланцевим з'єднанням до воронки завантажувальної. Корпус має чотири зони обігріву електронагрівачами опору. Охолодження зон корпусу здійснюється від

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чотирьох незалежних вентиляторів. Для контролю температури корпусу на ньому встановлюють перетворювачі термоелектричні.

Зони розділені між собою перегородками. Із зовні корпус закритий теплоізоляційним кожухом.

Система охолодження призначена для охолодження завантажувальної воронки, черв'яка, масла в картері редуктора.

Черв'як за допомогою шліцевого з'єднання приєднується до перехідної втулки блоку радіально-упорних підшипників. Цей вал за допомогою шліцевого з'єднання приєднаний до тихохідного редуктора.

Формувальна головка кріпиться до циліндра екструдера за допомогою фланцевого з'єднання.

Корпус складається з завантажувальної і плавильної частини. Всі частини з'єднуються за допомогою фланців. До завантажувальної частини корпусу з іншого боку приєднується блок радіально-упорних підшипників також за допомогою фланців. На плавильну частину корпусу встановлюються нагрівачі, завдяки яким корпус нагрівається і відбувається розплавлення полімеру. Завантажувальна частина корпусу має канали для подачі води, що охолоджує екструдер.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРАХУНКИ, ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ НАДІЙНІСТЬ ЧЕРВ'ЯЧНОЇ МАШИНИ ЧМ-63

4.1 Параметричний розрахунок черв'ячної машини

4.1.1 Розрахунок геометрії черв'яка

Крок гвинтової лінії черв'яка:

$$t = (0,8 \div 1,2) \times D = 1 \times 63 = 63 \text{ мм} ;$$

Товщина гребеня витка:

$$e = (0,08 \div 0,1) \times D = 0,095 \times 63 = 6 \text{ мм} ;$$

Зазор між черв'яком та гільзою

$$\delta = (0,002 \div 0,003) \times D = 0,0024 \times 63 = 0,15 \text{ мм.}$$

Глибина гвинтового каналу в зоні завантаження
(під завантажувальною воронкою):

$$h_1 = (0,12 \div 0,16) \times D = 0,127 \times 63 = 8 \text{ мм} ;$$

Глибина гвинтового каналу в зоні дозування (на кінці черв'яка):

$$h_2 = \frac{1}{2} \times \left[D - \sqrt{D^2 - \frac{4 \times h_1}{i} (D - h_1)} \right] = \frac{1}{2} \times \left[63 - \sqrt{63^2 - \frac{4 \times 8}{2} (63 - 8)} \right] = 3,5 \text{ мм}$$

де i – ступінь стиску поліетилену, що складає =2.

Діаметр внутрішнього отвору черв'яка приймаємо: $d_{\text{вн}} = 14 \text{ мм}$;

Діаметр стержня під завантажувальною воронкою:

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$d_1 = D - 2 \times h_1 = 63 - 2 \times 8 = 47 \text{ мм} ;$$

Діаметр стержня в зоні дозування:

$$d_2 = D - 2 \times h_2 = 63 - 2 \times 3.5 = 56 \text{ мм} ;$$

У зоні стиску приймаємо нахил поверхні сердечника постійним (глибина каналу монотонно убиває).

Довжина робочої частини черв'яка:

$$L_{\text{роб}} = 30 \times D = 30 \times 63 = 1890 \text{ мм.}$$

Довжина торпеди з мішалкою:

$$L_{\text{торп}} = (0,6:0,8) \times D + 70 = 0,7 \times 63 + 70 = 115 \text{ мм.}$$

Довжина зони завантаження приймається:

$$L_{\text{загр}} = (1,5+3) \times D = 2,5 \times 63 = 157,5 \text{ мм.}$$

Довжина зони дозування приймається:

$$L_{\text{доз}} = (3:6) \times D = 5 \times 63 = 315 \text{ мм.}$$

Довжина зони стиску приймається:

$$L_{\text{ст}} = L_{\text{роб}} - L_{\text{доз}} - L_{\text{загр}} = 1890 - 315 - 157,5 = 1417,5 \text{ мм}$$

Довжина евольвентного зачеплення: $l_{\text{ев}} = 170 \text{ мм} ;$

Довжина відбійної частини приймається:

$$L_{\text{від}} = (0,1:0,5) \times D = 0,3 \times 63 = 25 \text{ мм}$$

Загальна довжина черв'яка:

$$L = L_{\text{роб}} + L_{\text{зв}} + L_{\text{від}} + L_{\text{загр}} = 1890 + 170 + 25 + 115 = 2200 \text{ мм.}$$

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2 Визначення коефіцієнта геометричної форми головки

Формули засновані на спрощеному аналітичному методі розрахунку коефіцієнта геометричної форми головки, дозволяють визначити характеристики каналів простих форм з достатньою для практичних розрахунків точністю.

Весь шлях проходження розплаву через канал головки розіб'ємо на декілька простіших складових і проведемо розрахунок.

1. Круглий циліндричний канал:

$$K_{\sigma} = \frac{\pi \cdot d^4}{128 \cdot L},$$

де d -діаметр круглого циліндричного каналу,

L -довжина круглого циліндричного каналу

$$K_1 = \frac{3,14 \cdot 3,6^4}{128 \cdot 60} = 0,1 \text{ см}^3.$$

2. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m}$$

де R_1 - середній радіус отвору на вході;

R_0 – середній радіус отвору на виході;

δ_1 -висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 -висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L -довжина конічного каналу з конічною щілиною.

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2,3 \cdot (0,7 - 9,5)^2}{(0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1)^2} \cdot \lg \frac{0,7 \cdot 1}{9,5 \cdot 1} - \frac{(0,7 - 9,5) \cdot (1 - 1)}{(0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 1} - \frac{1^2 - 1^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 1^2} = -2,6 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$K_2 = \frac{3,14 \cdot (0,7 \cdot 1 - 9,5 \cdot 1)}{6 \cdot 16 \cdot (-2,6)} = 0,11 \text{ см}^3.$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

Арк.

3. Решітка:

$$K_p = \frac{z \cdot \pi \cdot d_p^4}{128 \cdot b},$$

де z - кількість отворів;

d_p - діаметр окремих отворів в решітці в см;

b - товщина решітки в см.

$$K_3 = \frac{160 \cdot 3,14 \cdot 0,7^4}{128 \cdot (-2,7)} = 0,35 \text{ см}^3.$$

4. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m}$$

де R_1 - середній радіус отвору на вході;

R_0 —середній радіус отвору на виході;

δ_1 - висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 - висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L -довжина конічного каналу з конічною щілиною.

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2,3 \cdot (9,4 - 9,8)^2}{(9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1)^2} \cdot \lg \frac{9,4 \cdot 0,4}{9,8 \cdot 1} - \frac{(9,4 - 9,8) \cdot (1 - 0,4)}{(9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1) \cdot 1 \cdot 0,4} - \frac{1^2 - 0,4^2}{2 \cdot 1^2 \cdot 0,4^2} = -2,7 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$K_4 = \frac{3,14 \cdot (9,4 \cdot 0,4 - 9,8 \cdot 1)}{6 \cdot 1 \cdot (-2,7)} = 1,17 \text{ см}^3.$$

5. Конічний кільцевий канал з конічною щілиною:

$$K_{kk} = \frac{\pi(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)}{6 \cdot L \cdot m}$$

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де R_1 - середній радіус отвору на вході;

R_0 -середний радіус отвору на виході;

δ_1 - висота щілини на вході матеріалу в кільцеву щілину;

δ_2 -висота щілини на виході матеріалу з кільцевої щілини;

L -довжина кінцевого каналу з кінцевою щілиною.

$$m = \frac{2,3(R_0 - R_1)^2}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1)^2} \cdot \lg \frac{R_0 \cdot \delta_2}{R_1 \cdot \delta_1} - \frac{(R_0 - R_1) \cdot (\delta_1 - \delta_2)}{(R_0 \cdot \delta_2 - R_1 \cdot \delta_1) \cdot \delta_1 \cdot \delta_2} - \frac{\delta_1^2 - \delta_2^2}{2 \cdot \delta_1^2 \cdot \delta_2^2},$$

$$m = \frac{2,3 \cdot (9,5 - 15,8)^2}{(9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73)^2} \cdot \lg \frac{9,5 \cdot 0,2}{15,8 \cdot 0,73} - \frac{(9,5 - 15,8) \cdot (0,73 - 0,2)}{(9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73) \cdot 0,73 \cdot 0,2} - \frac{0,73^2 - 0,2^2}{2 \cdot 0,73^2 \cdot 0,2^2} = -14,72 \frac{1}{\text{см}^2}.$$

$$K_4 = \frac{3,14 \cdot (9,5 \cdot 0,2 - 15,8 \cdot 0,73)}{6 \cdot 8 \cdot (-14,72)} = 0,43 \text{ см}^3.$$

Загальний коефіцієнт геометричної форми для всієї головки можна визначити, як суму опорів окремих ділянок головки :

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\hat{E}_1} + \frac{1}{\hat{E}_2} + \frac{1}{\hat{E}_3} + \frac{1}{\hat{E}_4} + \frac{1}{\hat{E}_5}},$$

4.2 Розрахунок черв'яка на міцність

4.2.1 Розрахунок черв'яка на стиск

Метою розрахунку є визначення працездатності черв'яка.

На черв'як діють такі силові фактори:

- осьве зусилля $P_{ос.}$;
- рівномірно розподілене навантаження від власної ваги q ;

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обертальний момент $M_{об}$.

Схема навантаження черв'яка та епюри напружень зображені на рисунку 4.1.
Розраховуємо крутний момент:

$$I_{\partial\partial} = \frac{9550 \cdot N}{n} = \frac{9550 \cdot 80}{150} = 5,09 \cdot 10^3 \text{ } \dot{I} \cdot \dot{i} .$$

де $N=80$ –потужність, яка споживається черв'яком, кВт;

$n =150$ - швидкість обертання черв'яка, об/хв.

Осьове зусилля:

$$P_{oc} = \frac{2 \cdot M_{кр}}{D} = \frac{2 \cdot 5,09 \cdot 10^3}{0,045} = 22,6 \text{ кН}.$$

де $D=0,045$ - зовнішній діаметр черв'яка,м;

$\varphi=16,5^\circ$ - кут підйому нарізки.

Розподілене навантаження від власної ваги:

$$q = \frac{9,81 \cdot G}{l_p} = \frac{9,81 \cdot 45,4}{1,89} = 235,6 \text{ Н / м}.$$

де G - маса черв'яка, кг;

$l_p=1,89$ - довжина робочої частини, м.

$$G = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \rho \cdot l_p = \frac{3,14 \cdot 0,045^2 \cdot 7710 \cdot 1,890}{4} = 45,4 \text{ кг}.$$

$$I_{\max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l_p^2 = \frac{1}{2} \cdot 235,6 \cdot 1,89^2 = 420,8 \text{ } \dot{I} \cdot \dot{i} .$$

W_x - осьовий момент опору:

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

The diagram illustrates a beam of total length l reinforced with a helical spring. The spring has a pitch t and a diameter \varnothing . The beam is supported by a hinge at the left end and a roller at the right end. A uniformly distributed load q acts downwards on the beam. The internal force diagrams are shown below the beam: the shear force Q is a linear function decreasing from R_{yx} to $-R_{yx}$; the bending moment M_{xz} is a parabolic curve starting at 0, reaching a maximum at the center, and returning to 0 at the right end. The spring reinforcement is shown in detail at the top, with dimensions $l_{\text{поп}}$ (total length of spring), $l_{\text{поп}2\varnothing}$ (length of spring with diameter $2\varnothing$), $l_{\text{поп}1\varnothing}$ (length of spring with diameter $1\varnothing$), and $l_{\text{см}}$ (length of the straight section of the spring).

Стискне напруження:

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\sigma_{cm} = \frac{P_{oc}}{F} + \frac{M_{max}}{W_x} = \frac{22,6 \cdot 10^3}{1,23 \cdot 10^{-3}} + \frac{420,8}{1,01 \cdot 10^{-5}} = 84,8 \text{ МПа.}$$

де F- площа небезпечного перерізу (під завантажувальною воронкою в місці початку нарізки, де найбільші навантаження і найменша площа, без урахування площі перерізу витків):

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} (1 - \alpha^2) = \frac{3,14 \cdot 0,035^2}{4} (1 - 0,29^2) = 1,23 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

$$\alpha = \frac{d_0}{d_1} = \frac{0,014}{0,035} = 0,29.$$

d_0 -діаметр осердя в зоні завантаження;
Дотичне напруження:

$$\tau = \frac{M_{кр}}{W_p} = \frac{5,09 \cdot 10^3}{2,02 \cdot 10^{-5}} = 252 \text{ МПа.}$$

де W_p - полярний момент опору:

$$W_p = \frac{\pi \cdot d_1^3 (1 - \alpha^4)}{16} = \frac{3,14 \cdot 0,035^3 \cdot (1 - 0,29^4)}{16} = 2,02 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

Еквівалентне напруження за третьою теорією міцності:

$$\sigma_{cm} = \sqrt{\sigma_{cm}^2 + 4 \cdot \tau^2} = \sqrt{84,8^2 + 4 \cdot 252^2} = 511 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу повинен перевищувати допустиме значення:

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{\sigma_t}{\sigma_{\text{экв}}} \geq [n]$$

Матеріал червяка сталь 38Х2МЮА для якої $\sigma_t=880$ МПа.

Значення допустимого коефіцієнта запасу зазвичай 1,6...2

$$n = \frac{880}{511} = 1,72$$

Умова міцності черв'яка виконується.

4.3 Тепловий розрахунок черв'ячного преса

Тепловий розрахунок даної машини зводиться до розрахунку найбільш відповідального за температурні характеристики елементу - корпусу і черв'яка, який являє собою обичайку до якої підводиться як тепло, так і охолодження.

Вихідні дані

Потужність встановленого електродвигуна – $N = 80$ кВт.

Початкова температура матеріалу – $t_{\text{поч}} = 20$ С°.

Кінцева температура матеріалу – $t_{\text{кін}} = 200$ С°.

4.3.1. Енергетичний баланс

Кількість тепла, що необхідно відвести з охолоджувальною водою, визначається рівняння енергетичного балансу :

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\text{хол.}} = N_{\text{дв.}} - (N_{\text{суміші}} - N_{\text{втрат}}),$$

де $N_{\text{дв.}}$ – встановлена потужність електродвигуна приводу ;

$N_{\text{сум.}}$ – потужність , що втрачається на нагрівання полімерної суміші ;

$N_{\text{втрат}}$ – втрати потужності в навколишній простір та в приводі машини

$$N_{\text{сум.}} = Q_{\text{сум.}} \times 1.16 \times 10^{-3},$$

де $Q_{\text{сум.}}$ – кількість теплоти , що необхідне для нагріву перероблюваної полімерної суміші від $t_{\text{поч}}$ до $t_{\text{кін.}}$.

$$Q_{\text{сум.}} = G \times C_{\text{сум.}} \times (t_{\text{кін.}} - t_{\text{поч.}})$$

$$\text{або } N_{\text{сум.}} = G \times C_{\text{сум.}} \times (t_{\text{кін.}} - t_{\text{поч.}}) \times 1.16 \times 10^{-3}$$

$$N_{\text{сум.}} = 160 \frac{\text{кг}}{3600 \text{сек}} \times 1,5 \times 10^3 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}^\circ\text{C}} \times (200^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) \times 1,16 \times 10^{-3} = 13,9 \text{ кВт.}$$

Для визначення втрат енергії загальний КПД черв'ячної машини $\eta = 0.7 \dots 0.9$ коефіцієнт , що враховує втрати енергії в приводі ЧМ .

Втрати потужності

$$N_{\text{пот.}} = N \times (1 - \eta) = 80 \times (1 - 0.88) = 80 \times 0,12 = 9,6 \text{ (кВт.)}$$

$$\text{Тоді } N_{\text{хол.}} = 80 - (13,9 + 9,6) = 56,5 \text{ (кВт.)}$$

В перерозрахунку на теплову енергію

$$Q_{\text{хол.}} = N_{\text{хол.}} \times 860 = 56,5 \times 860 = 48590 \frac{\text{ккал.}}{\text{год.}}$$

Отримане значення теплової енергії потрібно відвести від перероблюваної полімерної суміші , щоб підтримувати потрібний температурний режим по зонах ЧМ при заданих розмірах охолоджуючих поверхнею

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 ЛІТЕРАТУРНО-ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД

1. Авторське свідоцтво UA №48413 (2002 р.)

Автори: Зубко Олександр Леонідович, Назаров Радій Махмудович.

Редуктор

Редуктор, що містить корпус, в якому розміщені ведений вал з фланцем, підшипники і планетарний ряд із сателітом і колесом, який відрізняється тим, що на ведучому валу встановлена ексцентрична втулка, на яку посаджений сателіт, у торці сателіта виконані отвори з запресованим в них підшипниками, у які встановлені колін вали, на фланці веденого вала також виконані отвори з запресованими в них підшипниками, в які встановлені на кінці колін валів, причому ексцентриситети колін валів однакові і дорівнюють ексцентриситету ексцентричної втулки.

У основу винаходу поставлена задача збільшення силових можливостей редуктора з одночасним підвищенням його надійності.

Редуктор містить корпус¹ із кришкою 2, у якому встановлений ведучий вал 3 з ексцентричною втулкою 4. На втулці 4 установлений підшипник із сателітом 5, зуби сателіта зачеплені з зубами коронного колеса 6. У торці сателіта виконаний ряд отворів, у які запресовані підшипники з встановленими в них колінвалами 7. У кришці 2 редуктора встановлений ведений вал 8, у ступиці якого також виконані отвори з запресованими в них підшипниками. У ці підшипники встановлені інші кінці колін валів 7.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

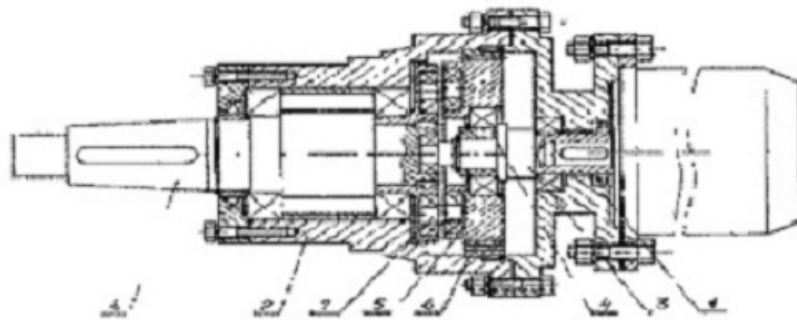


Рис. 5.1 Редуктор

2. Авторське свідоцтво UA 96560 (2011 р.)

Автори: Юхименко Сергій Васильович, Пліскановський Олександр Станіславович, Трегубенко Павло Анатолійович, Хлівняк Олексій Геннадійович, Шевельов Олександр Миколайович.

Редуктор силовий регульований

Редуктор силовий регульований, що включає корпус редуктора, в якому встановлені з можливістю обертання ведучий і ведений вали, встановлений на ведучому валу ексцентриковий механізм з валом та механізмом управління, встановлену на валу ексцентрикового механізму з можливістю обертання кільцеподібну проміжну ланку та механізми вільного ходу з вихідними та вхідними ланками, центральну шестірню та сателіти, що знаходяться у зчепленні з центральною шестірнею, який відрізняється тим, що до його складу введено корпуси сателітів та дугоподібні повзуни, з'єднані з корпусами сателітів, у кожному з яких встановлено з можливістю

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

провертання сателіт, з'єднаний з вхідною ланкою механізму вільного ходу, вихідна ланка якого з'єднана з корпусом сателіта, при цьому на проміжній ланці розташовано кільцеподібні пази, виконані з можливістю взаємодіяти з дугоподібними повзунами, на кожному корпусі сателіта розташовано шарнір, виконаний з можливістю взаємодіяти за допомогою шарнірної тяги з розташованим на корпусі редуктора корпусним шарніром, при цьому центральна шестерня, яка жорстко з'єднана з проміжною ланкою, кінематично з'єднана з веденим валом із можливістю передачі обертального руху.

Недоліки даного винаходу наступні: Імпульсивний варіатор має невелику надійність та довговічність, оскільки в процесі передачі зусиль у режимі примусових коливань постійно виникають імпульсні перевантаження у механізмах вільного ходу та шестернях, що обмежує ресурс їх роботи. Крім того, потужність, що передається таким варіатором є обмеженою, оскільки для збільшення потужності необхідно збільшувати оберти веденого вала шляхом збільшення амплітуди коливань, через що імпульсні перевантаження тільки збільшуються, внаслідок чого пришвидшується руйнація механізмів вільного ходу та зубів шестерень у місцях контакту, при цьому неминуче зростають енерговитрати, що призводить до зменшення ККД імпульсивного варіатора. Задача винаходу - підвищення надійності та довговічності редуктора, збільшення ККД редуктора, збільшення максимально припустимої потужності, що передається редуктором.

Нерухомий корпус 1, в якому встановлено з можливістю обертання ведучий вал 2, на якому розташовано повзун управління 3, з'єднаний шарнірною тягою управління 4 з повзуном ексцентрикового механізму 5, на якому розташовано вал ексцентрикового механізму 6, на якому встановлена з можливістю обертання кільцеподібна проміжна ланка 7, з'єднана за допомогою карданового вала 8 з веденим валом 9. На проміжній ланці розташовано кільцеподібні пази 10, з якими взаємодіють дугоподібні повзуни 11, з'єднані з корпусами сателітів 12, при цьому з кожним корпусом сателіта

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з'єднано два дугоподібних повзуни. У кожному корпусі сателіта встановлено з можливістю провертання сателіт 13, який знаходиться у зчепленні з центральною шестірнею 14, жорстко з'єднаною з проміжною ланкою. З му вихідна ланка механізму вільного ходу 16 з'єднана з корпусом сателіта 12, на кожному корпусі сателіта розташовано шарнір 17, з'єднаний за допомогою шарнірної тяги 18 з одним із корпусних шарнірів 19, кожен з яких жорстко з'єднано з корпусом 1.

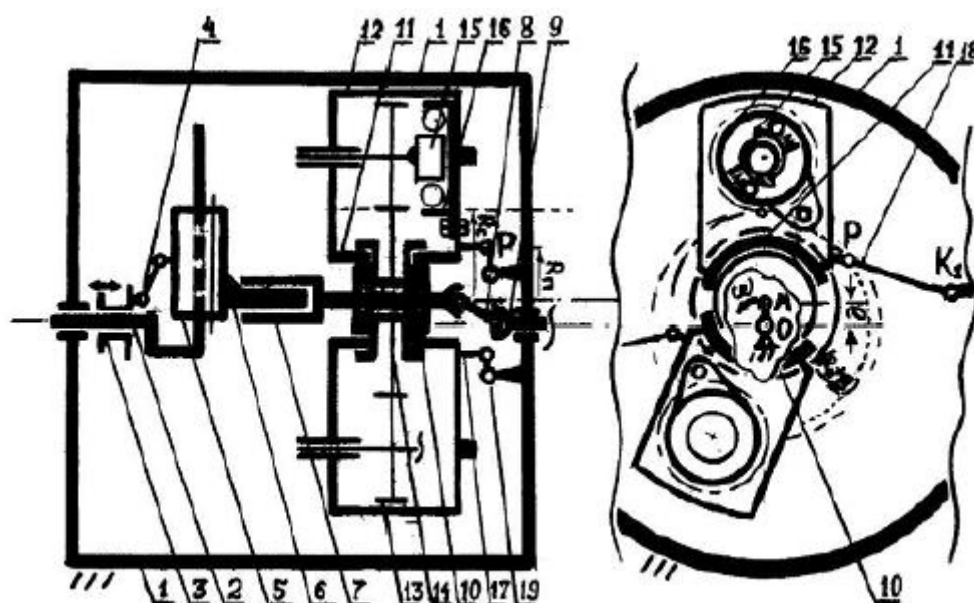


Рис. 5.2 Редуктор силовий регульований

3. Авторське свідоцтво UA 102972 (2006.01 р.)

Автори: Пліскановський Олександр Станіславович, Юхименко Сергій Васильович, Хлівянк Олексій Геннадійович, Шевельов Олександр Миколайович

Редуктор силовий повноконтактний

Пристрій належить до галузі машинобудування і стосується механізмів передачі обертального руху (редукторів), які спроможні змінювати передавальне співвідношення.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В основу винаходу поставлена задача підвищення надійності та довговічності редуктора, а також збільшення

навантажувальної спроможності редуктора. Поставлена задача досягається тим, що до складу редуктора силового повноконтактного, що включає корпус редуктора, в якому встановлені з можливістю обертання ведучий і ведений вали, встановлений на ведучому валу ексцентриковий механізм з валом та механізмом управління. Встановлену на валу ексцентрикового механізму з можливістю обертання кільцеподібну проміжну ланку з коаксіально розташованими кільцеподібними пазами, кінематично поєднану з веденим валом із можливістю передачі обертального руху, та корпуси сателітів, з'єднані з розташованими у кільцеподібних пазах дугоподібними повзунами.

Недоліки прототипу наступні:

Редуктор регульований має недостатньо високу надійність та довговічність, а також дещо обмежену навантажувальну спроможність, оскільки проблема наявності імпульсних 20 перевантажень контактуючих поверхонь на шестернях та механізмах вільного ходу вирішена лише частково. І, крім того, існування лінійкового контакту на зазначених поверхнях накладає додаткові обмеження на навантажувальну спроможність пристрою.

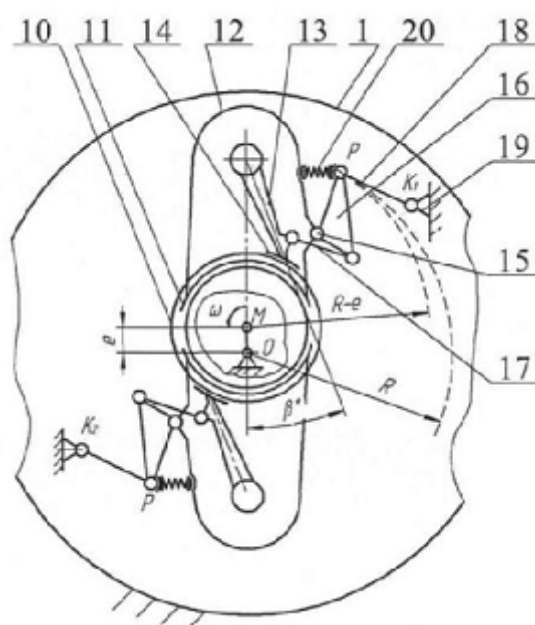


Рис. 5.3 Редуктор силовий повноконтактний

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Авторське свідоцтво UA 39328 (2001 р.)

Автори: Баєв Микола Васильович

Ревресивний планетарний редуктор, що містить корпус, водило, яке через підшипники має опору на корпус та його кришку, співвісно якому розміщено зубчате колесо, яке має свободу обертання навколо своєї осі і шипи на боковій поверхні, зубчате колесо, закріплене відносно корпусу нерухомо, до яких мають зачеплення сателіти, по парі розташованих на кожній осі з водилом, який відрізняється тим, що між кожною парою сателітів симетрично їх осі розміщені по парі криволінійних важелів, одним кінцем шарнірно з'єднаних з сателітом, який має зачеплення із зубчатим колесом, закріпленим відносно корпусу нерухомо, другим кінцем, на діаметрально протилежному боці, шарнірно з'єднані з коромислами, які мають зачеплення одним кінцем з кулачками на боковій стороні сателіта, зачепленого із зубчатим колесом із свободою обертання навколо своєї осі, другим кінцем коромисла шарнірно з'єднані у вушках других криволінійних важелів пари виконаних над їх шарнірним з'єднанням з сателітом, котрий зачеплений з зубчатим колесом.

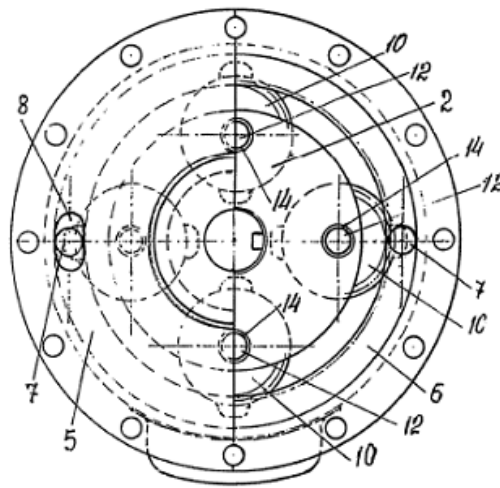
Мета винаходу - збільшити в декілька разів, модуль сили, прикладеної до сателітів, зачеплених з зубчатим колесом, закріпленого відносно корпусу нерухомо. Поставлена мета досягається тим, що в корпусі редуктора планетарного розміщені: водило, співвісне якому і між собою розміщені зубчате колесо, яке має свободу обертання навколо своєї осі, через певну відстань по осі розміщене зубчате колесо, закріплене відносно корпусу нерухомо, до яких мають зачеплення і однакове передаточне число сателіти, по парі розташованих на кожній осі з водилом, з'єднаних шарнірно і його осі паралельній, де між кожною парою сателітів симетрично їх осі розміщено по парі криволінійних важеля, одним кінцем шарнірно з'єднаних із сателітом, зачепленого з зубчатим колесом, закріпленого відносно корпусу нерухомо, другим кінцем на діаметрально протилежному боці шарнірно з'єднані з

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зчеплення з зубчатим колесом із свободою обертання навколо своєї осі, другим кінцем коромисла шарнірно з'єднані з кінцями других криволінійних важелів пари, в проушинах виконаних за одне ціле з важелем над шарнірним з'єднанням із сателітом.

Винахід ілюструється фігурами: на фіг. 1 мотор показаний з боку кришки корпусу; на фіг. 2 – в перерізі по осі; на фіг. 3 - зубчате колесо; на фіг. 4- ось сателітів; на фіг. 5, 11 - сателіт, який має зачеплення з зубчатим колесом із свободою обертання навколо своєї осі; на фіг. 6, 12 - коромисла; на фіг. 7, 13 - сателіт, який має зачеплення із зубчатим колесом, закріпленим відносно корпусу нерухомо; на фіг. 8, 14 - криволінійні важелі; на фіг. 9- переріз площиною перпендикулярної осі сателітів; на фіг. 10 - переріз площиною по осі сателітів.

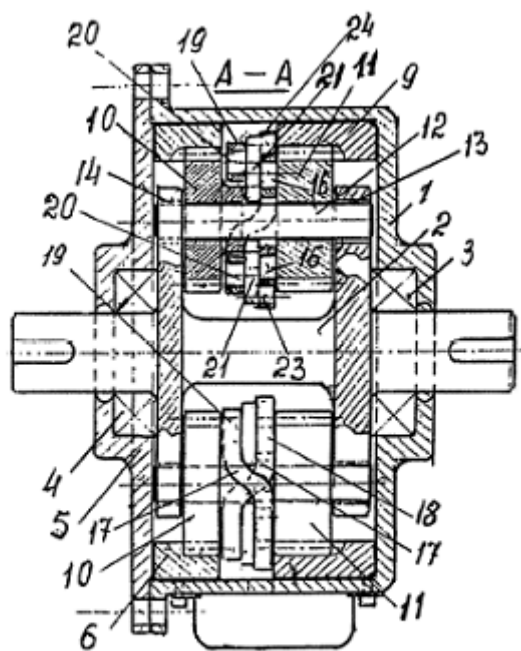
Реверсивний планетарний редуктор містить в корпусі - 1, водило - 2, через підшипники - 3 і 4, який має опору на корпус - 1 і його кришку - 5, де співвісно водилу - 2 розміщено зубчате колесо - 6, яке має свободу обертання навколо своєї осі і шипи - 7 на боковій поверхні, через вікна 8 в кришці 5 корпусу 1 виведених назовні, а через певну дистанцію по осі розміщене зубчате колесо - 9, закріплене відносно корпусу нерухомо.



Фіг. 1

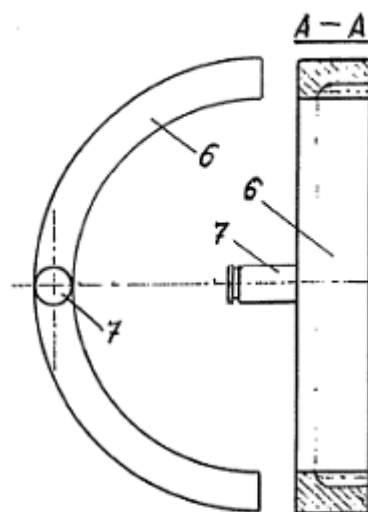
Рис. 5.4 Ревресивний планетарний редуктор

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Фіг. 2

Рис. 5.5



Фіг. 3

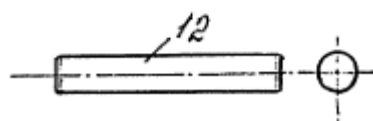


Рис. 5.6

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

Арк.

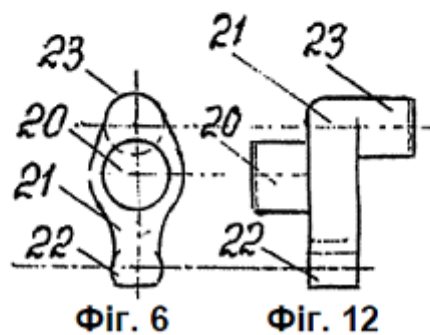
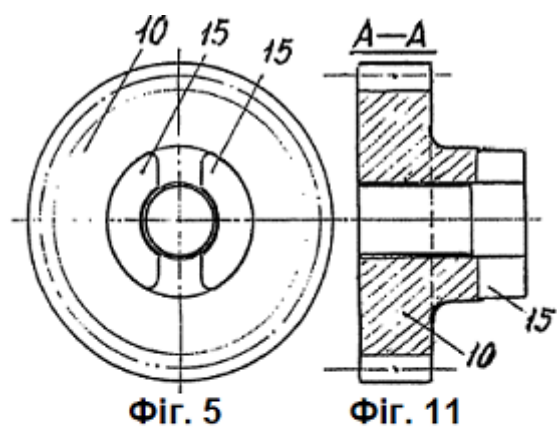


Рис. 5.7

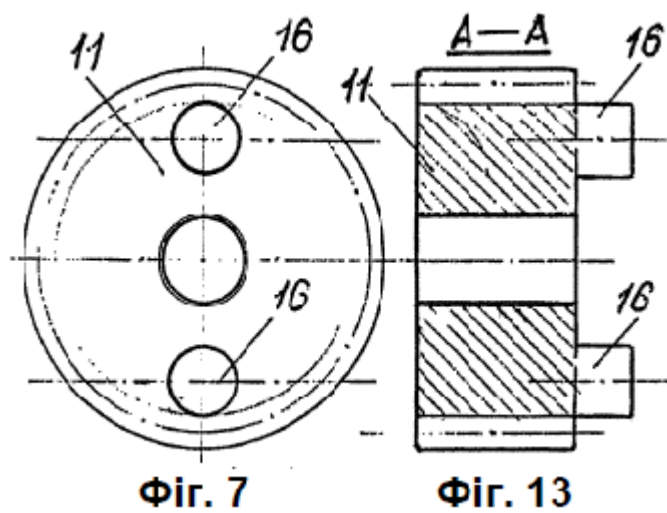
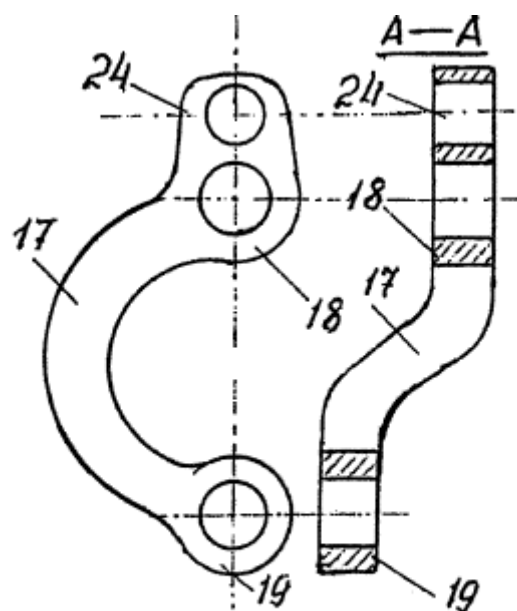
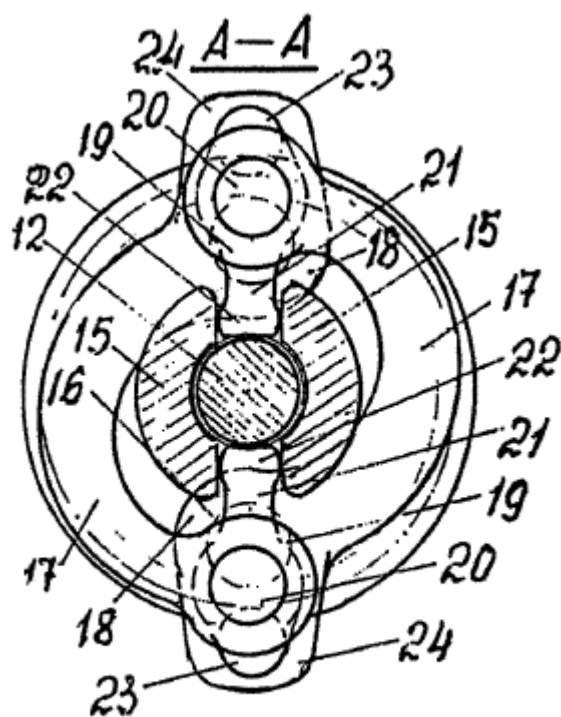


Рис. 5.8



Фіг. 8 Фіг. 14

Рис. 5.9



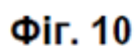
Фіг. 9

Рис. 5.10

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

Арк.



6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідно до теми дипломного проекту «Устаткування для нанесення на дріт з модернізацією головки» для безпечної роботи обслуговуючого персоналу лінії забезпечено умови, що відповідають державним та галузевим стандартам, а також санітарним нормам та правилам.

Для безпечної роботи персоналу на лінії необхідно ознайомитися з її конструкцією та принципом роботи, знати правила безпеки для підприємств з переробки пластмас, правила пожежної безпеки, правила техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів.

При роботі лінії з переробки поліетилену будуть наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- 1) електробезпека;
- 2) Промислове освітлення
- 3) Повітря робочої зони
- 4) виробничий шум;
- 5) Пожежна безпека

1. Електробезпека

1) Клас приміщення по ступеню враження електричним струмом відноситься до I класу (тобто без підвищеної небезпеки) згідно ПУЕ;

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) Характеристика електромережі - для живлення лінії використовується електромережа з напругою 220/380 В, частотою 50 Гц з ізольованою електронейтраллю, опір пристрою заземлення 4 Ом;

3) Причини електротравм персоналу під час роботи лінії ЛГП-150 можуть бути такі:

- потрапляння працівника під напругу під час проведення ремонтних робіт на вимкненому електроустаткуванні через помилкове його ввімкнення;
- доторкання до струмоведучих частин, що випадково опинилися під напругою, внаслідок ушкодження ізоляції або іншої несправності;
- випадкове доторкання до струмоведучих частин, що перебувають під напругою.

4) Заходи захисту персоналу від враження електричним струмом під час роботи лінії:

- ретельна перевірка ізоляції на мережі перед кожним запуском лінії в роботу, $R_{із}=0,5$ мОм;
- періодичний інструктаж персоналу з вимог техніки безпеки при роботі на лінії;

5) Заходи захисту персоналу при нормальному режимі роботи лінії:

- в електроустановках застосовані наступні види ізоляції (ГОСТ 12.1.009-76):

а) робоча ізоляція, яка забезпечує нормальну роботу електроустановок та захист персоналу від враження електричним струмом;

б) додаткова ізоляція, що забезпечує захист персоналу від враження електричним струмом в випадку пошкодження робочої ізоляції;

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- струмоведучі частини огорожено сітками висотою 1,7 м з розміром отворів 10х10 мм;
- електропроводи підвішені на висоті 3,5 м над рівнем землі;
- застосовано механічні блокіровки безпеки, що виконані в вигляді заціпок, які стопорять поворотну частину механізму обертання екструдера в вимкненому стані;
- пофарбовано шини електроустановок:
 - а) фаза А – в жовтий колір;
 - б) фаза В – в зелений колір;
 - в) фаза С – в червоний колір;
 - г) нульова робоча – в блакитний колір;
 - д) нульова захисна - поздовжні жовті та зелені смуги;
- розташування шин електроустановок:
 - а) для фази А - найбільш віддалене;
 - б) для фази В – середнє віддалення;
 - в) для фази С – ближнє віддалення;
- розташовано таблички з написами “ Обережно! Електрична напруга” безпосередньо на струмоведучих частинах лінії;
- застосовано сигнальні лампи зеленого кольору “Вимкнено” та червоного кольору “Ввімкнено» на шафі управління лінією;
- монтаж електрообладнання та його заземлення виконуються згідно з вимогами ГОСТ 12.2.007.0-75.

2. Промислове освітлення

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для безпечної роботи працівників необхідно, щоб робоче місце, де знаходиться лінія, мало належне освітлення.

Оскільки фактичне освітлення в приміщенні цеха складає 100 лк, а згідно СНиП І І-4-79 освітленість має бути не менше 150 лк, то необхідно розрахувати пристрій освітлення, який забезпечить виконання нормативної величини освітлення.

Розрахунок освітлення виконуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Вихідні дані:

- 1) кількість світильників у приміщенні $N = 2$;
- 2) кількість ламп у світильнику $n = 1$;
- 3) коефіцієнт запасу $\kappa_z = 1,3$ [15];
- 4) коефіцієнт використання світлового потоку η :

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{l_n \cdot b}{h \cdot (l_n + b)} = \frac{6 \cdot 1}{6(6 + 1)} = 0,14$$

Для $i = 0.14$ і 9 групи - $\eta = 0.18$ [15].

- 5) коефіцієнт нерівномірності освітлення: $z = 1.1$;
- 6) світловий потік для ламп типу ДРЛ 125: $\Phi_l = 5600$ лк.

Фактична перерахована освітленість визначається за формулою:

$$E = \frac{N \cdot \Phi_l \cdot \eta}{S \cdot \kappa_z \cdot z} = \frac{2 \cdot 5600 \cdot 0,18}{6 \cdot 1,3 \cdot 1,1} = 234 \text{ лк}$$

де S - площа приміщення, м^2

Оскільки фактична перерахована освітленість на об'єкті – 234 лк, то робимо висновок: штучне освітлення відповідає СНиП І І-4-79.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Повітря робочої зони

Видалення шкідливих речовин, що виділяються при переробці матеріалу забезпечується замовником з допомогою установки зонта над стренговою головкою екструдера.

Приміщення, де працює лінія, обладнане приточно-витяжною вентиляцією. Повітря робочої зони відповідає ГОСТ 12.1.005-88(96).

Робота оператора відноситься до робіт середньої тяжкості, так як енергозатрати до 293 Дж/с.

Площа $S=6 \text{ м}^2$ та об'єм повітря $V=15 \text{ м}^3$ на одного робітника відповідає СН 245-71.

Дані параметри метеоумов відповідають вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

При роботі лінії фактична концентрація парів полімеру складає $2,4 \text{ мг/м}^3$, що нижче нормативної ГДК, котра складає $6...8 \text{ мг/м}^3$, так як в цеху встановлена приточно-витяжна вентиляція, а над місцем їх випаровування встановлено витяжний зонт (А×В).

Отже хімічний склад повітря робочого місця відповідає вимогам ГОСТ 12.1.005-88.

Вибір вентилятора.

Площа витяжного зонта $S=4 \text{ м}^2$, швидкість руху повітря $V=0,75 \text{ м/с}$.

$L=S \times V \times 3600 = 4 \times 0,75 \times 3600 = 10800 \text{ м}^3/\text{год}$. Вибираємо вентилятор з подачею $Q=11000 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря, $H=10 \text{ м}$.

Захист персоналу від теплових випромінювань

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час роботи лінії виникає небезпека, пов'язана з можливістю травмування персоналу високотемпературними частинами обладнання.

З метою запобігти опікам персоналу поверхня частин гранулюючої головки та екструдера, котра нагрівається вище за 35⁰С, закрита захисними кожухами, що робить неможливим отримання термічної травми персоналом.

Нагрівачі на циліндрі машини закриваються спеціальними кожухами з теплоізоляцією, якою слугує скловата.

В разі можливого огляду нагрівачів екструдера або стренгової головки робітник проводить огляд в спеціальних захисних рукавицях.

Тепловий потік від будь-якої поверхні лінії не перевищує $q=350 \text{ Вт/м}^2$.

Система охолодження циліндрів та диска екструдера герметична та виключає можливість просочування охолоджуючої рідини.

4. Виробничий шум

Постійні робочі місця в виробничих приміщеннях на території підприємства, де встановлена та працює лінія гранулювання поліетилену

мають характеристики, безпечні для життєдіяльності людини під час виконання роботи на лінії і нормуються згідно ДСН 3.3.6.037-99.

Джерелом шуму, що виникає при роботі лінії, є електродвигун приводу екструдера, номінальною потужністю 100 кВт, що спричиняє фактичний шум в 90 дБ. Нормативне значення шуму складає 97 дБ.

Як видно з наведеної таблиці, норми шуму відповідають діючим

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДСН 3.3.6.037-99 для постійних робочих місць в виробничих приміщеннях підприємств.

Для зниження загального рівня шуму в цеху стіни облицьовані шумопоглинальною плиткою на синтетичному сполучному матеріалі з класифікуючими домішками типу ПА/с, важко спалимі, вологостійкі .

ТУ-21-24-74.

Характеристика лінії по вібрації

При роботі лінії внаслідок руху частин лінії виникають вібрації, які спричиняються частинами конструкції, які обертаються, а також електродвигуном приводу екструдера.

Як видно з наведеної таблиці, фактичні рівні вібрації на постійному робочому місці в виробничому приміщенні підприємства нижчі за допустимі значення, а отже вони відповідають ДСН 3.3.6.039-99.

5. Пожежна безпека

1) Пожежна характеристика матеріалів: під час роботи лінії не використовуються легкозаймисті матеріали.

2) Лінія призначена для експлуатації в пожежонебезпечних зонах

класу П-І Іа за ПУЕ. Категорія виробництва "В" по ОНП24-86.

Випробування та експлуатація лінії виконується при дотриманні правил пожежної безпеки.

3) На установці використовується сировина у вигляді гранул розміром

2...5 мм.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температура загоряння гранул поліетилену складає 230⁰С, тобто самозагоряння гранульованого матеріалу неможливе, оскільки температура повітря в цеху в літній час не перевищує

Застосування пальних речовин у цеху обмежено.

4) Вогнестійкість будівлі за СНиП2.01.02-85 відповідає категорії II.

5) Серед причин, що можуть призвести до загорання, відзначимо найімовірніші:

- несправність електроживлення;
- струми короткого замикання і перевантаження кабелів живлення;
- використання відкритого вогню в неналежному місці;
- застосування легкозаймистих речовин, їхнє зберігання поблизу установки.

Запобігання запаленням забезпечується такими заходами:

- дотримання технологічних норм і правил експлуатації;
- догляд за територією відповідно до вимог пожежної безпеки;
- обмеження в застосуванні відкритого вогню;
- паління у спеціальних місцях;
- своєчасне проведення інструкцій серед обслуговуючого персоналу;
- організація наочної агітації з техніки безпеки;
- вчасна перевірка устаткування, особливо електричного;

-
-
-
-
-
-
-

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок

-
- Дипломний проект виконано згідно з держбюджетною темою №2981-ф “Розробка теоретичних задач проектування ліній для переробки промислово побутових полімерів”.
- В дипломному проекті здійснено проектування лінії типу ЛТ-45 для виробництва труб з поліетилену з розробкою головки ЧМ-63.
- Дипломний проект містить вступ, призначення та область використання лінії та головки ЧМ-63, опис технологічного процесу виробництва труб з ПВХ, технічну характеристику преса ЧМ-63, опис конструкції головки, патентний огляд, відповідність преса до вимог охорони праці.
- Приведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції головки ЧМ-63. Приведено програму розрахунку черв’ячного екструдера.
- Приведено технологію виготовлення фланця .
- В результаті патентного дослідження встановлено, що прес ЧМ-63 не містить конструктивних рішень, захищених діючими патентами.
- Модернізацією даного дипломного проекту є покращення способу виготовлення термопластичної труби з подвійною стінкою .
- В проекті виконані складальні креслення: лінія типу ЛТ-45 для виробництва труб з поліетилену, прес ЧМ-63, черв’як, головка модернізована, воронка завантажувальна, кондуктор.
- До креслень додається комплект специфікацій.

-
-
-
-

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Список літератури

- 1. Мельник В. «Полеты» вокруг экструдера – в мечтах и наяву. – Инженерные сети из полимерных материалов, № 1, 2003.
- 2. І.О.Мікульонок, В.О.Новік, Л.Б.Радченко, В.І.Сівецький – Черв'як екструдера для перероблення полімерних матеріалів, - Заявка № 2002075454; Опубл.15.04.2003, Бюл. №4, 2003р.
- 3. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Сторожук В.М. – Практикум із охорони праці – Л.: Афиша, 2000 – 352 с.
- 4. Л.Б. Радченко, В.І. Сівецький – Основи моделювання і конструювання черв'ячних екструдерів.– К.: Політехніка, 2002. – 146 с.
- 5. Расчёты деталей машин. А.В.Кузьмин, И.М.Чернин, Б.С.Козинцов. Минск Высш. школа, 1986.-384с.
- 6. Басов Н.І., Козаков Ю.Ю., Любартович В.А. – Розрахунок та конструювання обладнання для виробництва і переробки полімерних матеріалів – М.: 1986. – 486с.
- 7. Лашинский А. А., Толчинский А. Р. – Основы конструирования и расчета химической аппаратуры – Изд. 2-ое. – Л.: «Машиностроение»,
- 1970. – 752 с.
- 8. М.Ф. Міхальов – Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних виробництв. Приклади та задачі. Л: Машинобудування, 1984 – 300с.
- 9. Справочник технолога-машиностроителя. Т. 1 и 2 – Под ред. А.Г.Косиловой и Р.К.Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 1986. – 823 с.
- 10. Конструювання та розрахунок фланцевих з'єднань: Навч. посібник / В. Г. Доброногов, І. О. Мікульонок. – К.: НМК ВО, 1992. 104 с

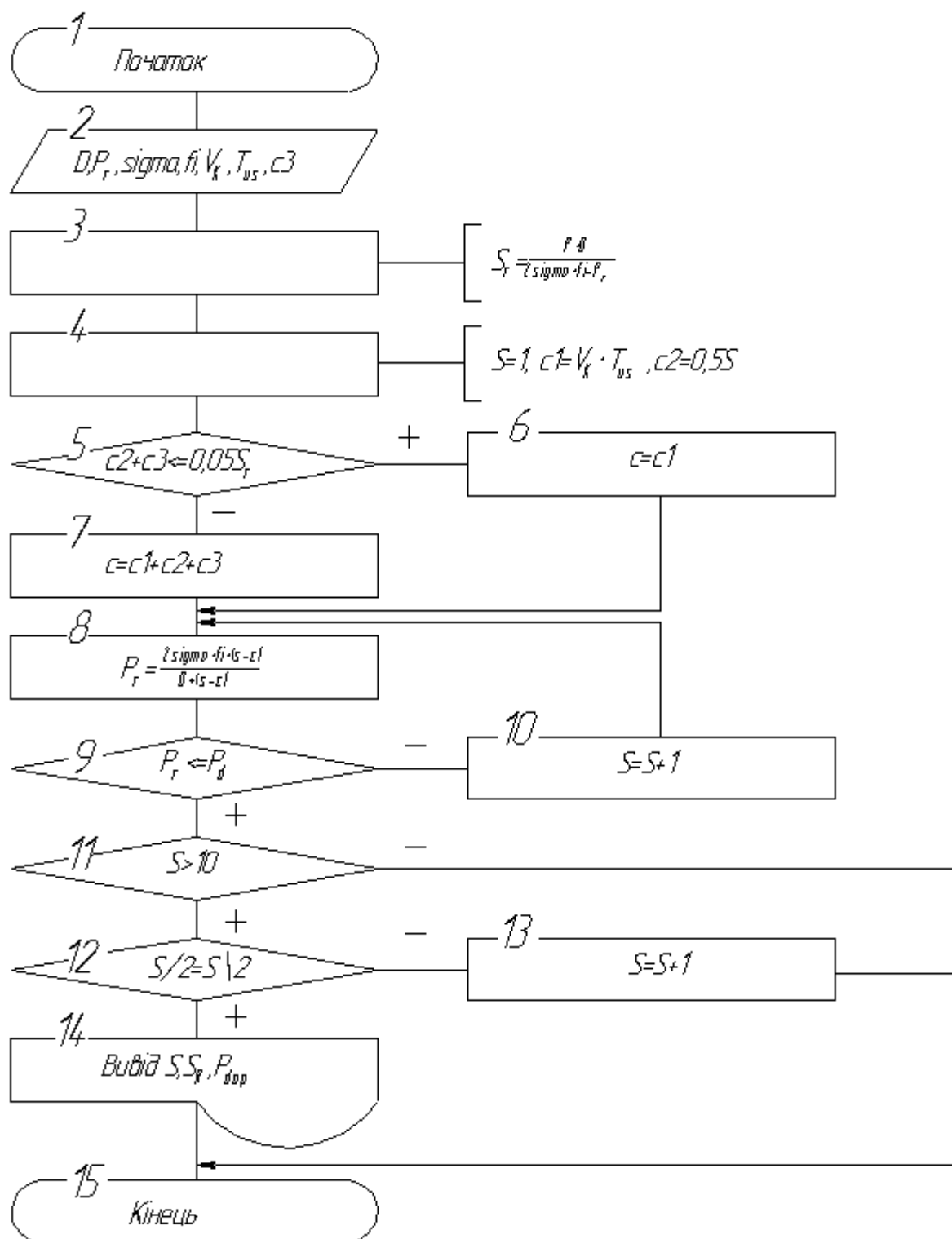
					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

- 11. Техника переработки пластмасс / под ред. Н. И. Басова, В. М. Броя. – М.: Химия, 1985. – 528 с.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Блок-схема алгоритму програми розрахунку стінки корпусу



Програма розрахунку стінки корпусу

CLS

$f_i = 1$; $D = 118$; $\sigma = 150$; $P_r = 75$

$V_k = .1$; $T_{us} = 13.5$; $c_3 = .3$

$S_r = P_r * D / (2 * \sigma * f_i - P_r)$

PRINT , "РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ"

PRINT

$s = 1$

$c_1 = V_k * T_{us}$

b : $c_2 = .05 * s$

IF $(c_2 + c_3) \leq .05 * S_r$ THEN $c = c_1$ ELSE $c = c_1 + c_2 + c_3$

IF $s \geq S_r + c$ THEN GOTO n ELSE $s = s + 1$: GOTO b

v:

n: $P_d = 2 * \sigma * f_i * (s - c) / (D + (s - c))$

IF $P_r \leq P_d$ THEN GOTO k ELSE $s = s + 1$: GOTO v

k: IF $s > 10$ THEN GOTO g ELSE PRINT " Товщина стінки $s =$ "; s ; "мм"

g: IF $s / 2 = s \setminus 2$ THEN PRINT " Товщина стінки $s =$ "; s ; "мм" ELSE $s = s + 1$:

PRINT " Товщина стінки $s =$ "; s ; "мм"

PRINT " Допустимий тиск $P_d =$ "; P_d ; ; "МПа"

PRINT " Робочий тиск $P_r =$ "; P_r ; "МПа"

END

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця ідентифікаторів програми розрахунку стінки корпусу

Найменування	Позначення одиниці величини	Ідентифікатор	Значення
1	2	3	4
Діаметр корпусу	мм	D	118
Допустиме напруження	МПа	sigma	150
Робочий тиск	МПа	Pr	75
Коефіцієнт зварного шва	—	fi	1
Розрахункова товщина стінки	мм	Sr	3,65
Товщина стінки з урахуванням прибавок	мм	S	6
Допустимий тиск	МПа	Pdop	78,8
Прибавка на компенсацію корозії	мм	c1	1,35
Прибавка на компенсацію мінусового допуску	мм	c2	1,15
Швидкість корозії	мм/рік	v	0,1
Термін використання	років	Tus	13,5
Технологічна прибавка	мм	c3	0,3

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

ЗМІСТ

Технологія машинобудування	
Опис і призначення деталі	
Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	
Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі . . .	

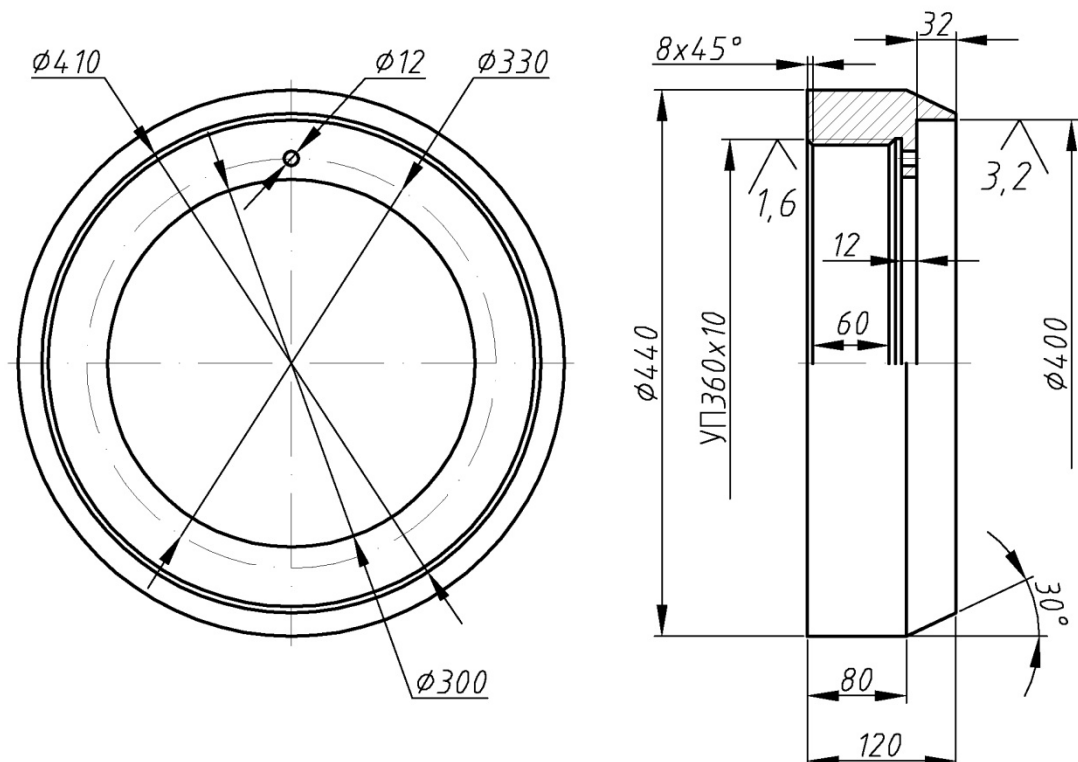
					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опис і призначення деталі

При виконанні розділу "Технологія машинобудування" даного дипломного проекту було розроблено технологічний процес виготовлення деталі "Гайка установочна" та спроектовано технологічне оснащення, тобто призначена послідовність виконання технологічних операцій виготовлення деталі, вибір устаткування і інструмента для кожної операції технологічного процесу, розрахунок припусків і допусків для виготовлення деталі, розрахунок елементів режимів різання, сил різання і норм часу [1-3].

У наступних підрозділах описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі "Гайка установочна".

Гайка - це кріпильний виріб з нарізевим отвором і конструктивним елементом для прикладення крутного моменту. Деталь "Гайка установочна" (Рис. 8.1) використовується у конусній дробарці для закріплення рухомого конуса на вертикальному валу, щоб при роботі дробарки рухомий конус під



					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рисунок 8.1 - Ескіз деталі "Гайка установочна"

дією крутних моментів не рухався уверх під дією крутних моментів. Гайка виконана з упорною різьбою, яку нарізають на деталях, що витримують великий тиск в одному напрямі.

У результаті технологічного контролю креслення гайки установочної **ЛП51.041111.002-60** виявлено наступне:

- на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі;
- шорсткість усіх поверхонь деталі вказана відповідно до ГОСТ 2789-73;
- допуски і відхилення розмірів наведені відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82;
- допуски форми та розташування поверхонь вказані відповідно до ГОСТ 24643-81;
- вимоги до точності виготовлення поверхонь деталі "Гайка установочна" відповідають вимогам, які пред'явлені до шорсткості цих поверхонь.

Деталь виготовляється зі Сталі 45Л (ГОСТ 977-88), її маса $m_d = 95 \text{ кг}$.

Заготовку для деталі "Гайка установочна" (Рис. 8.2) отримуємо литтям у пісчану форму по металевим моделям. Конфігурація виливка нескладна і дозволяє забезпечити легке вилучення її моделі з форми.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

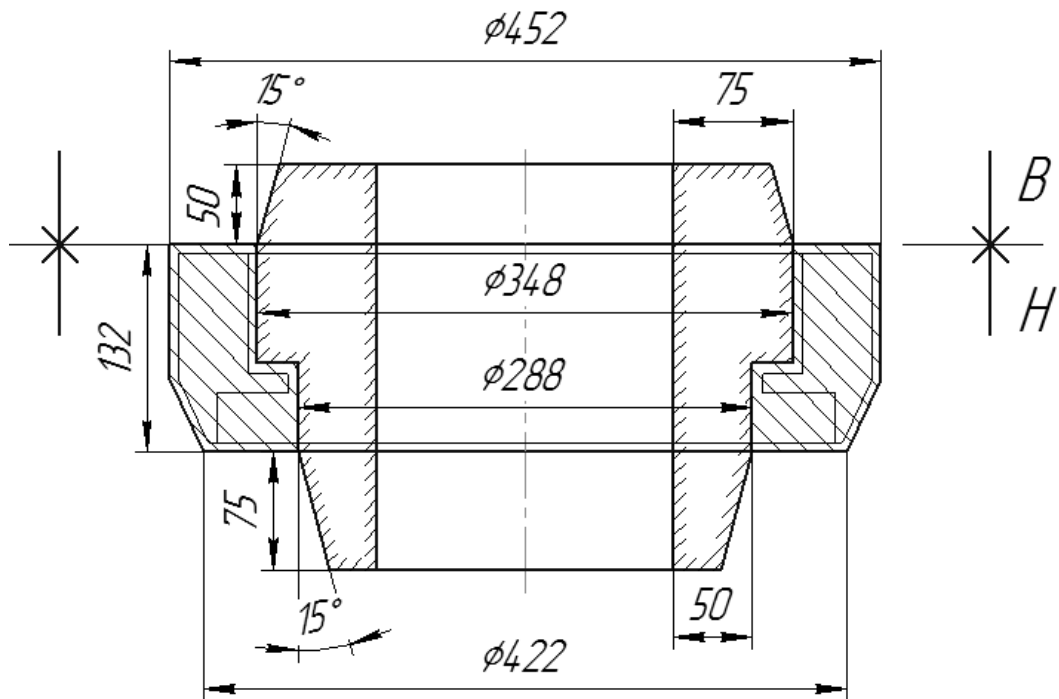


Рисунок 8.2 - Заготовка деталі "Гайка установочна"

За допомогою ступінчастого трубчатого стрижня можна отримати поглиблення під отвори $\varnothing 105$ і $\varnothing 90$. Маса заготовки $m_z = 120 \text{ кг}$. Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{вм}} = \frac{m_o}{m_z} = \frac{95}{120} = 0,79.$$

Лиття з металу – один з основних способів виробництва заготовок в машинобудуванні, тому що дозволяє одержати виливок практично будь-якої форми і маси з необхідними фізико-механічними властивостями. Лиття в разові піщані форми - найбільш розповсюджений спосіб, який складається з таких технологічних операцій: виготовлення моделі виливка; формування деталі по моделі; заливка розплавленого металу в форму; очищення литва.

8.2 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Технологічний процес виготовлення деталі "Гайка установочна", що був розроблений у процесі виконання дипломного проекту, представлений у маршрутній карті, картах ескізів та операційних картах.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розробив	В. е. к. с. е. л. ь. м. а. н.				НТУУ "КПІ", ІХФ										
Перевірів	Борщук С.О.														
Н. контр.					ГАЙКА УСТАНОВОЧНА				Н						
M01	Сталь 45Л ГОСТ 977-88														
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри				КД	МЗ		
M02		Кг	95	1		0,79						1	1 2 0		
A	Цех	Уч	Рм	Опер	Код, найменування операції				Позначення документа						
B	Код, найменування обладнання				См	Проф.	Р	Уп	Кр	Коод	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
A01			005	3608	Токарна					60141.00001;	20141.00001;	10П№ХХ-ХХ			
B02	38261.XXXX	Токарний верстат	Haas	ST-30		18632	3	10	1	1	1	50	1	3,67	4,17
A03															
A04			010	3608	Токарна					60141.00002;	20141.00002;	10П№ХХ-ХХ			
B05	38261.XXXX	Токарний верстат	Haas	ST-30		18632	3	10	1	1	1	50	1	2,18	3,16
A06															
A07			015	3608	Токарна					60141.00003;	20141.00003;	10П№ХХ-ХХ			
B08	38261.XXXX	Токарний верстат	Haas	ST-30		18632	3	10	1	1	1	50	1	1,52	2,13
A09															
A10															
B11															
A12															
A13															
B14															
A15															
A16															
B17															
МК	Обробка різанням														

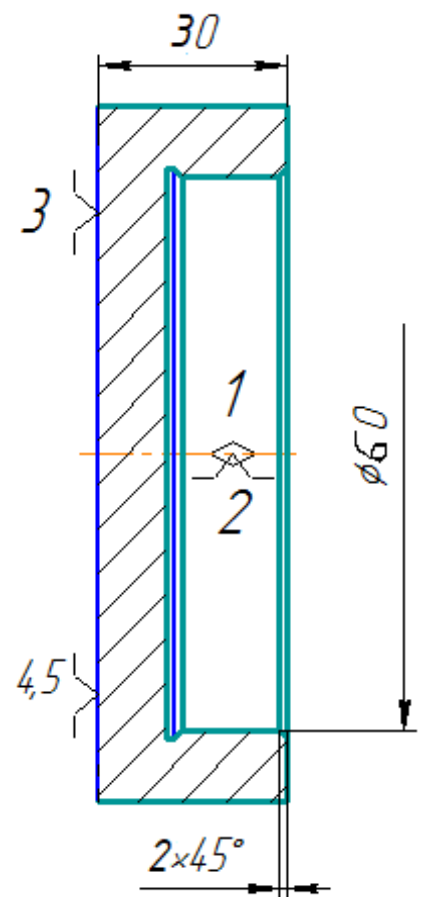
Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Витвицький В.М.			НТУУ "КПІ", ІХФ	
Перевірів	Борщик С.О.				
				ГАЙКА УСТ	
Н. контр.					

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

Арк.



KE

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Вексельман.		
Перевірів	Борщик С.О.		
Н. контр.			

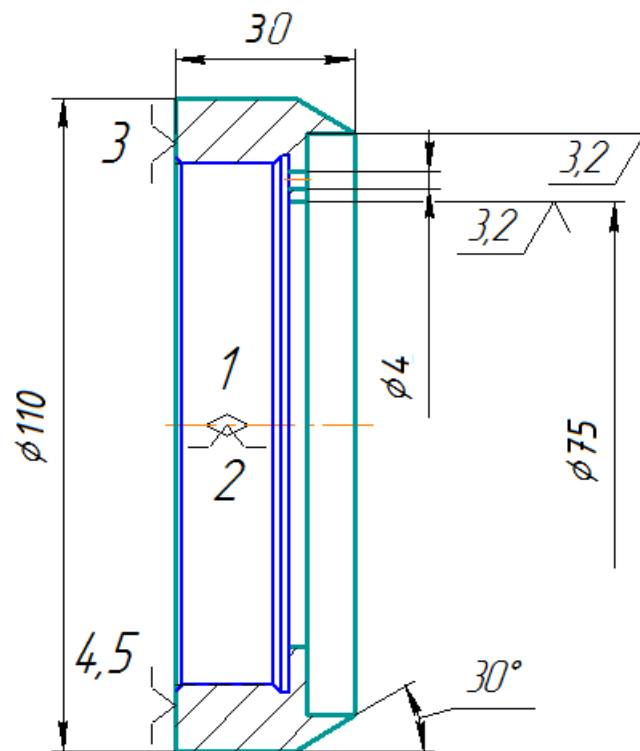
НТУУ "КПІ",
ІХФ

ГАЙКА УСТ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

Арк.



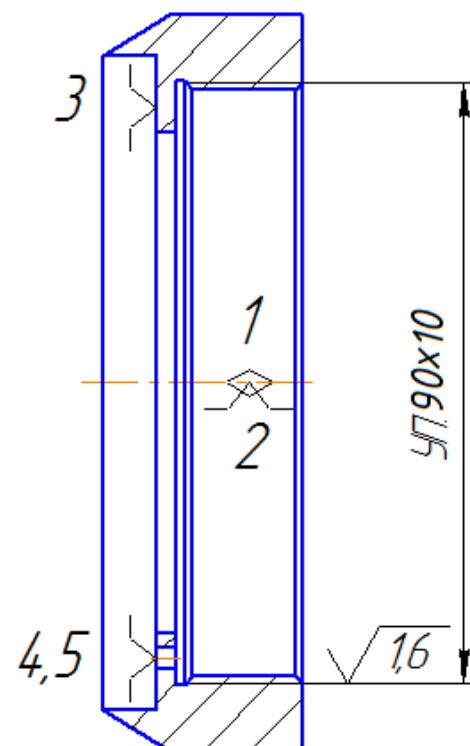
KE

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	Вексельман.			НТУУ "КПІ", ІХФ	
Перевірів	Борщик С.О.				
Н. контр.					ГАЙКА УСТ.

						ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			



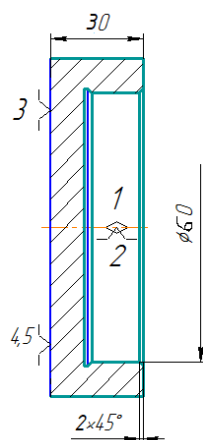
KE

Обробка різанням

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	В е к с е л ь м а н .			НТУУ "КПІ", ІХФ	
Перевірів	Борщик С.О.				
Н. контр.				ГАЙКА УСТАН	

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Назва операції			
Токарна			
Твердість	ОВ	МД	П
	кг	95	
Обладнання, пристрій ЧПК			
Токарний верстат Haas ST-3			
То	Тд	Тп.з	Тш

<i>P</i>		<i>ПН</i>	<i>Дабо В</i>	<i>L</i>
<i>P01</i>	1. Чорнове розточування Ø 90		90	60
<i>T02</i>	2. Напівчистове розточування Ø 90		90	60
<i>03</i>	3. Нарізати канавку під різьбу УП90х10		90	10
<i>O04</i>	4. Підрізати торець		30	
<i>T05</i>	5. Зняти фаску (2х45°)		2	2
<i>T06</i>				
<i>P07</i>				
<i>08</i>				
<i>09</i>				
<i>O10</i>				
<i>OK</i>	Обробка різанням			

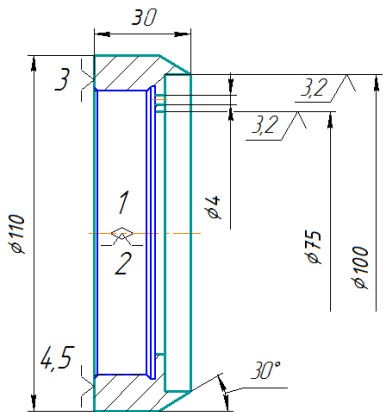
					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	В е к с е л ь м а н .		
Перевірів	Борщук С.О.		
Н. контр.			

НТУУ "КПІ",
ІХФ

ГАЙКА УСТАН



Назва операції				
Токарна				
Твердість	ОВ	МД		П
	кг	95		
Обладнання, пристрій ЧПК				
Токарний верстат Haas ST-3				
То	Тд	Тп.з		Тш

Р		ПН	Дабо В	Л
P01	1. Точити конус 30° начорно		110	10
T02	2. Точити Ø 110 начорно		110	20

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ЛП51.041243.000-70ПЗ

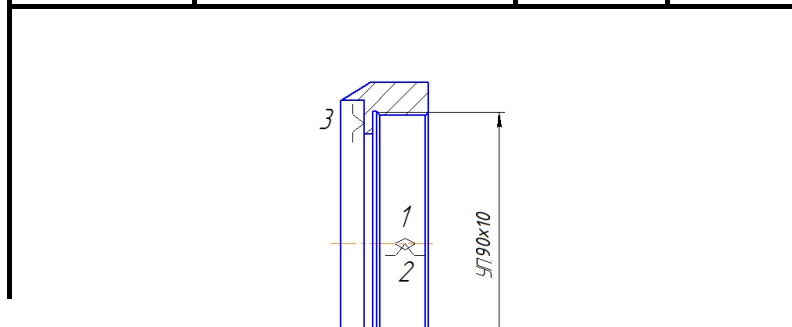
Арк.

03	3. Точити конус 30° начисто		110	10
004	4. Точити Ø 110 начисто		110	10
T05	5. Точити Ø 100 начорно		110	20
T06	6. Точити Ø 100 начисто		100	20
P07	7. Підрізати торець		30	
08	8. Точити Ø 75		100	15
09	9. Свердлити Ø12		70	20
O10				
OK	Обробка різанням			

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			

Розробив	В е к с е л ь м а н .		
Перевірів	Борщик С.О.		
Н. контр.			

НТУУ "КПІ", ІХФ		
ГАЙКА УСТАН		



Назва операції			
Токарна			
Твердість	ОВ	МД	П
	кг	95	

					ЛП51.041243.000-70ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

8.3 Призначення і розрахунок пристосування для обробки деталі

Деталь із заготовки отримаємо у токарному верстат ST-30 фірми Наас [4]. На ньому можна виконати всі етапи обраного технологічного процесу обробки деталі.

Пристрій для обробки, у якому закріплюється деталь - трьохкулачковий самоцентруючий патрон Kitagawa B210 ЛП51.041113.009-60СК, що складається із корпусу 1 і накладних кулачків 2, якими можна надійно затискати заготовку при обробці як прямим, так і зворотнім затисканням.

Токарний самоцентруючий трьохкулачковий патрон призначений для закріплення оброблюваних заготовок на верстатах токарної групи, установка заготовок у трьохкулачкові патрони відбувається при обробці деталей невеликої довжини, порівняно із діаметром.

Трьохкулачкові самоцентруючі патрони отримали широке розповсюдження у виробничій практиці як найбільш зручні і надійні пристрої для закріплення деталей циліндричної форми [5].

Трьохкулачковий патрон має три кулачка, які одночасно сходяться до центру або розходяться від нього. Кулачки забезпечують точне центрування та кріплення симетричних заготовок.

Кулачки виготовляють трьохступінчастими і піддають закалюванню, для збільшення зносостійкості. Поверхню кулачків виконують рифленою, для забезпечення більш надійного закріплення деталі при обробці, у порівнянні з гладкою поверхнею.

8.3.1 Розрахунок сил закріплення

У процесі обробки на деталь (Рис.8.3), яка закріплена у трьохкулачковому патроні, впливає система сил. З одного боку на неї діють складові сили різання, що прагнуть повернути деталь, з іншого - сила

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

затиску, що перешкоджає цьому. З умови рівноваги моментів даних сил і з урахуванням коефіцієнта запасу визначаються необхідне зусилля затискання [6].

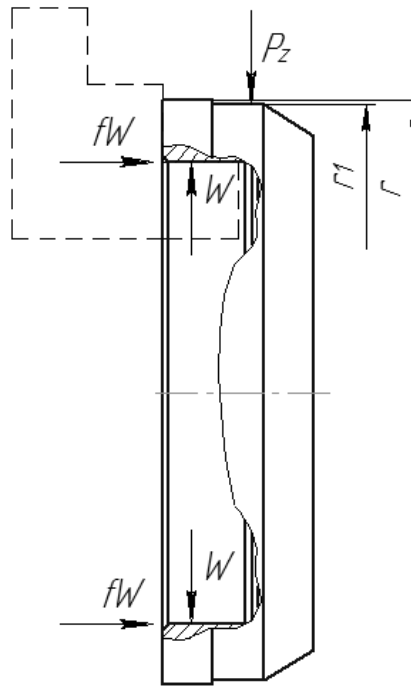


Рисунок 8.3 - Система сил, що діють на деталь у процесі обробки

Сумарний крутний момент від дотичної складової сили різання, що прагне повернути заготовку у кулачках дорівнює:

$$M_p = P_z \cdot r_1. \quad (8.1)$$

Повороту заготовки перешкоджає момент сили затиску, який визначається наступним чином:

$$M_z = W_{\text{сум}} \cdot f \cdot r. \quad (8.2)$$

У приведених формулах прийнято: P_z - головна складова сили різання, що прагне перевернути заготовку; r_1 - радіус обробленої частини деталі; r - радіус необробленої частини деталі; f - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків; $W_{\text{сум}} = W \cdot 3$ - сила затискання деталі трьома кулачками патрона.

Із рівності цих моментів визначимо необхідне зусилля затиску, що перешкоджає повороту заготовки у кулачках:

$$W_{\text{сум}} = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r}, \quad (8.3)$$

де K - коефіцієнт запасу.

Сила різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V_\phi^n \cdot K_p, \quad (8.4)$$

де $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=0,15$ - коефіцієнти, що залежать від умов роботи;

t - глибина різання, $t = 2 \text{ мм}$;

S - подача, мм/об; для чорнового розточування $S = 1,2 \text{ мм / об}$;

V_ϕ - швидкість різання, $V_\phi = 141,3 \text{ м / хв}$;

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує умови різання:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (8.5)$$

де K_{mp} - коефіцієнт, що враховує вплив якості оброблюваного матеріалу:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_6}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,35} = 0,62,$$

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $\sigma_s = 600 \text{ МПа}$ - границя міцності матеріалу заготовки.

$K_{\text{фр}}$, $K_{\text{гр}}$, $K_{\lambda p}$, $K_{\text{гр}}$ - коефіцієнти, що враховують вплив геометричних параметрів ріжучої частини інструменту:

$$K_{\text{фр}} = 1; K_{\text{гр}} = 1; K_{\lambda p} = 1; K_{\text{гр}} = 1,04.$$

Остаточно, коефіцієнт що враховує умови різання:

$$K_p = 0,62 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,04 = 0,645.$$

Сила різання для чорнового розточування, за формулою (8.4):

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 141,3^{-0,15} \cdot 0,645 = 2037 \text{ Н}.$$

Коефіцієнт запасу K

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (8.6)$$

де $K_0 = 1,5$ – гарантований коефіцієнт запасу для усіх пристроїв;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні оброблюваної заготовки;

$K_2 = 1$ – коефіцієнт, що враховує вплив сил різання від прогресуючого затуплення інструменту;

$K_3 = 1$ – коефіцієнт, що враховує збільшення сили різання при переривчастому різанні;

$K_4 = 1,3$ – коефіцієнт, що враховує сталість сили затиску, яка створюється приводом пристосування;

$K_5 = 1$ - коефіцієнт, що враховує наявність моментів, що прагнуть повернути оброблювану деталь навколо її осі.

Остаточно, коефіцієнт запасу:

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

Із формули (8.3) визначаємо зусилля затиску у трьохкулачковому патроні, що перешкоджає провороту деталі при обробці:

$$W_{\text{сум}} = \frac{1,8 \cdot 2037 \cdot 220}{0,4 \cdot 222} = 9083 \text{ Н},$$

де $r_1 = 220 \text{ мм}$; $r = 222 \text{ мм}$;

$f = 0,4$ - коефіцієнт тертя між поверхнею деталі і кулачків для кулачків із рифленою поверхнею.

Приймаємо зусилля затиску $W_{\text{сум}} = 10 \text{ кН}$.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список літератури, використаної у розділі

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для машиностроит. спец. вузов]. – 4-е изд., перераб. и доп. – Мн.: Выш. школа, 1983. – 256 с.
2. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1986. – 656 с.
3. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т., Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.П. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машино-строение, 1985. – 496 с.
4. [Интернет-ресурс]: <http://www.haascnc.com>
5. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т., Т.2 / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. - М.: Машиностроение, 1984. – 656 с.
6. Белоусов А.П. Проектирование станочных приспособлений. Изд. 2-е, перераб. и доп. Учеб. пособие для техникум. М., "Высш. школа", 1974.
- 263с.

					ЛП51.041243.000-70ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		